

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 56046210
PUBLICATION DATE : 27-04-81

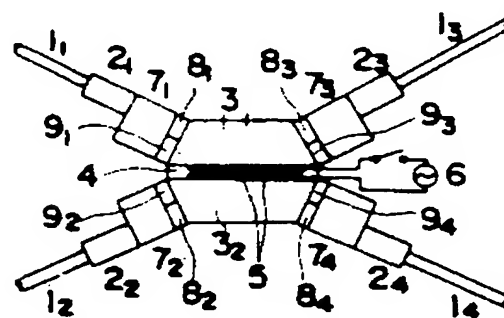
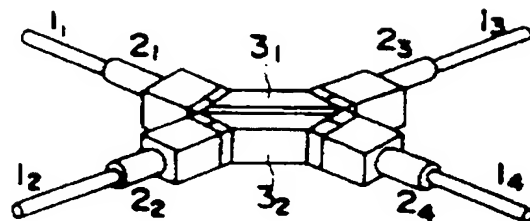
APPLICATION DATE : 21-09-79
APPLICATION NUMBER : 54120814

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>;

INVENTOR : NOSU KIYOSHI;

INT.CL. : G02F 1/137 G02B 5/14 G02F 1/13

TITLE : OPTICAL SWITCH



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a perfect-operation optical switch that permits nearly 100% incident light to pass through liquid crystal, by providing a prism, lens, half-wavelength plate, glass plate, and anisotropic crystal.

CONSTITUTION: Parallel light passed through rod lens 2₁ is separated through anisotropic crystal 7₁ into polarized light P parallel to a paper face and perpendicular polarized light and polarized light S is converted by half-wavelength plate 8₁ into polarized light P, which strikes prism 3₁. On the other hand, polarized light P, having its optical path bent by anisotropic crystal 7₁, is incident to prism 3₁ by way of glass plate 9₁. Thus, polarized light of light incident to prism 3₁ all becomes polarized light P. While no voltage is applied to clear electrode 5, the light incident to liquid crystal 4 is totally reflected. Then, polarized light P having passed through half-wavelength plate 8₁ and polarized light P having passed through glass plate 9₁ are both led to multimode optical fiber I₃ and almost all incident light from multimode optical fiber I₁ is taken out of optical fiber I₃. Once a voltage is applied, it is led out of optical fiber I₄.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—46210

⑤ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和56年(1981)4月27日

G 02 F 1/137

7348—2H

G 02 B 5/14

7529—2H

G 02 F 1/13

7348—2H

発明の数 1

審査請求 有

(全 4 頁)

⑭ 光スイッチ

横須賀市武1丁目2356番地日本
電信電話公社横須賀電気通信研
究所内

⑯ 特 願 昭54—120814

⑰ 出 願 昭54(1979)9月21日

⑱ 発 明 者 野須 潔

⑲ 発 明 者 渡辺 隆市

横須賀市武1丁目2356番地日本
電信電話公社横須賀電気通信研
究所内

横須賀市武1丁目2356番地日本
電信電話公社横須賀電気通信研
究所内

⑳ 出 願 人 日本電信電話公社

㉑ 発 明 者 松本 隆男

㉒ 代 理 人 弁理士 山本 恵一

明 細 書

1. 発明の名称

光 ス イ ッ チ

2. 特許請求の範囲

台形柱または三角柱形状の2つのプリズムの底
面の各々に透明電極を形成し、該2つのプリズム
を前記透明電極が平行となるごとく液晶をはさん
で対向させ、前記プリズムの前記底面に隣接する
4つの斜面のうち少なくとも3つの斜面の各々に
該斜面に光を入射させ又は該斜面からの光を受容
するマルチモード光ファイバとレンズの組合せ体
をもうけ、前記透明電極に印加する電圧に従って
ひとつのマルチモードファイバから入射する光を
選択的に他のマルチモード光ファイバに接続する
光スイッチにおいて、前記プリズムの各斜面と前
記レンズとの間に、各斜面に隣接して設けられる
 $\frac{1}{2}$ 波長板及びこれと厚さの等しいガラス板と、該
 $1/2$ 波長板とガラス板の両方に隣接してマルチ
モード光ファイバ及びレンズから入射する2つの
偏光の一方を $1/2$ 波長板に接続し他方をガラス

板に接続する異方性結晶とが具備されることを特
徴とする光スイッチ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は一般に光スイッチに関し、特に、液晶
を用いて入射する光の光路を切り替える光スイッ
チにおいて液晶が本質的に有している異方性のた
めに、入射する2つの直交する偏光に対して特性
が異なる現象を改善した光スイッチに関する。

従来の液晶を用いた光スイッチは第1図(A)及び
(B)に示したような構成になっている。同図におい
て $1_1, 1_2, 1_3, 1_4$ はマルチモード光ファイバ、 $2_1, 2_2, 2_3, 2_4$ はロッドレンズ、 $3_1, 3_2$ はプリズム、
4 は液晶、5 は透明電極、6 は電圧源である。

マルチモード光ファイバ $1_1, 1_2, 1_3, 1_4$ はロッ
ドレンズ $2_1, 2_2, 2_3, 2_4$ を介して、プリズム $3_1, 3_2$ と液晶4の境界で全反射するように全反射角
より大きな角度を持ってプリズム $3_1, 3_2$ に接続さ
れている。プリズム $3_1, 3_2$ には透明電極5が形成
されており、この間に液晶4が封入されている。
また、プリズムと液晶の材料はプリズムの屈折率

(1)

(2)

を n_g 、液晶の常光線に対する屈折率を n_o 、異常光線に対する屈折率を n_e とすると、それらの関係が $n_o < n_g < n_e$ となるように選ばれている。

第1図に示した構成が光スイッチとして動作するには、例えばマルチモード光ファイバ1から入射する光が透明電極5に電圧が掛っていないときには液晶4ではほぼ100%反射されてマルチモード光ファイバ1から取り出され、透明電極5に電圧が掛っているときには液晶4をほぼ100%透過してマルチモード光ファイバ1から取り出されることが必要である。マルチモード光ファイバを伝送される光は無偏光であるので、これを第1図(B)に示した図の紙面に平行なP偏光と垂直なS偏光に分けて考える。マルチモード光ファイバ1を通過してきた光はロッドレンズ2で平行光に変換されプリズム3を通過して液晶4に入射する。このとき、透明電極5に電圧が掛っていないと液晶4の屈折率は偏光Sおよび偏光Pの両者に対して n_o となり、マルチモード光ファイバ1が液晶4の表面で全反射するように第1図(B)に示した角度 θ が

$\theta > \theta_c = \sin^{-1}(n_o/n_g)$ となるように接続されているので両偏光ともほぼ100%全反射されロッドレンズ2に入射し集収されてマルチモード光ファイバ1に結合し取り出される。次に、透明電極5に電圧を掛けると液晶の屈折率がP偏光に対しては n_e に変化するが、S偏光については変化せず n_o のままとなる。このため、P偏光については全反射の条件が成立しなくなりマルチモード光ファイバ1から入射した光は液晶4を通過してロッドレンズ2で集束されマルチモード光ファイバ1から取り出される。一方、S偏光については全反射の条件が成立しているため液晶4で反射されロッドレンズ2で集束されマルチモード光ファイバ1から取り出される。

この結果、マルチモード光ファイバ1から入射した光は透明電極5に電圧が掛っていないとほとんど全てマルチモード光ファイバ1から取り出され、透明電極5に電圧が掛っているときには、マルチモード光ファイバ1から取り出されるので基本的に光スイッチとして動作する。

(4)

しかし、上にも述べたように透明電極5に電圧が掛っているときには、S偏光の光がマルチモード光ファイバ1からも取り出されるため、マルチモード光ファイバ1と1₂が完全に遮断されないこと、またマルチモード光ファイバ1から入射した光を全てマルチモード光ファイバ1から取り出すことができないことなどの欠点があり従来の技術では完全な光スイッチとしては動作しない。

従って本発明は従来の技術の上記欠点を改善し、入射する光のほぼ100%が液晶を通過するとき完全な動作の光スイッチを提供することを目的とする。この目的を達成するための本発明の特徴は、台形柱または三角柱形状の2つのプリズムの底面の各々に透明電極を形成し、該2つのプリズムを前記透明電極が平行となるごとく液晶をはさんで対向させ、前記プリズムの前記底面に隣接する4つの斜面のうち少なくとも3つの斜面の各々に該斜面に光を入射させ又は該斜面からの光を受容するマルチモード光ファイバとレンズの組合せ体をもうけ、前記透明電極に印加する電圧に従ってひ

とつのマルチモードファイバから入射する光を選択的に他のマルチモード光ファイバに接続する光スイッチにおいて、前記各斜面と前記組合せ体との間に、各斜面に隣接してもうけられる1/2波長板とこれと厚さの等しいガラス板と、該1/2波長板とガラス板の両方に隣接してマルチモード光ファイバ及びレンズから入射する2つの偏光の一方を1/2波長板に接続し他方をガラス板に接続する異方性結晶とが具備されること光スイッチにある。

以下図面により実施例を説明する。

第2図(A)及び(B)は本発明による光スイッチの実施例であって、1₁、1₂、1₂、1₁はマルチモード光ファイバ、2₁、2₂、2₂、2₁はロッドレンズ、3₁、3₂は台形柱又は三角柱形状のプリズム(実施例は台形柱)、4は液晶、5はプリズムの底面にもうけられる透明電極、7₁、7₂、7₃、7₄は異方性結晶、8₁、8₂、8₃、8₄は1/2波長板、9₁、9₂、9₃、9₄は1/2波長板と厚さの等しいガラス板である。1/2波長板とガラス板とは図示のごとくプリズ

(5)

(6)

もうけられる。
 ムの底面に隣接する斜面に基本的な構成および動作原理は第1図(A)及び(B)と同じであるので相違点のみについて述べる。異方性結晶 $8_1, 8_2, 8_3, 8_4$ と $1/2$ 波長板 $9_1, 9_2, 9_3, 9_4$ は、図示のごとくその順番にマルチモード光ファイバ $2_1, 2_2, 2_3, 2_4$ とプリズム $3_1, 3_2$ の間に挿入される。ただし、 $1/2$ 波長板は異方性結晶で分離されたS偏光にのみ効果が生じるようにその光路中に入れ、P偏光の光路には異方性結晶とプリズムの間に空気層が生じないように、ガラス板 $9_1, 9_2, 9_3, 9_4$ を挿入する。次に動作原理を説明する。ロッドレンズ 2_1 を通過した平行光は異方性結晶 7_1 で第2図(B)の紙面に平行なP偏光と垂直なS偏光に分離され、S偏光はそのまま直進し $1/2$ 波長板 8_1 でP偏光に変換されプリズム 3_1 に入射する。一方P偏光は異方性結晶 7_1 で光路が曲げられガラス板 9_1 を通過してプリズム 3_1 に入射する。このため、プリズム 3_1 に入射する光の偏光は全てP偏光になっている。いま、透明電極5に電圧が掛っていないときこれらの光が液晶4に入射すると、それらは従

来の光スイッチと同様に全反射により反射される。これらの光のうち、 $1/2$ 波長板 8_1 を通過してきたP偏光は、ガラス板 9_1 を通り、異方性結晶 7_1 で光路が曲げられロッドレンズ 2_1 で集束されてマルチモード光ファイバ 1_1 に結合する。

一方、ガラス板 9_1 を通過して来たP偏光は $1/2$ 波長板 8_1 でS偏光に変換され異方性結晶 7_1 を直進してロッドレンズ 2_1 で集束されてマルチモード光ファイバ 1_1 に結合する。この結果、マルチモード光ファイバ 1_1 から入射した光はほとんど全てマルチモード光ファイバ 1_1 から取り出される。

次に、透明電極5に電圧が掛っていると、プリズム 3_1 を通過して液晶4に入射するP偏光は前述のように全反射条件が成立しなくなるので全て液晶4を通過しプリズム 3_2 中を進む。このプリズム 3_2 中を進むP偏光のうち $1/2$ 波長板 8_1 を通過して来た光はガラス板 9_1 を通過して異方性結晶 7_1 で光路が曲げられロッドレンズ 2_1 で集束されマルチモード光ファイバ 1_1 に結合する。一方、プリズム 3_2 の中を進むP偏光のうち、ガラス板 9_1 を通過して来

たP偏光は $1/2$ 波長板 8_1 でS偏光に変換され異方性結晶 7_1 を直進してロッドレンズ 2_1 で集束されマルチモード光ファイバ 1_1 に結合する。この結果、マルチモード光ファイバ 1_1 から入射した光は、ほとんど全てマルチモード光ファイバ 1_1 から取り出される。このため、マルチモード光ファイバ 1_1 から入射した光は液晶に掛ける電圧を変えることによって、ほとんど全ての光をマルチモード光ファイバ 1_1 または 1_2 に切り替えることが可能となり光スイッチとして完全に動作する。

以上説明したように、本発明による光スイッチは液晶に電圧と掛けたときに屈折率の変化が異方性を示すために、マルチモード光ファイバを伝送して来て液晶に入射する全ての偏光からなる光の透過率が偏光成分によって異なる現象に対し、マルチモード光ファイバを伝送して来た光の偏光を異方性結晶を用いて2つの偏光成分に分離し、次にその一方の偏光を $1/2$ 波長板で他の偏光成分に変換し、その後液晶に入射させたもので、このため、液晶が有している異方性の影響を受けるこ

とがなくマルチモード光ファイバから出てくる光を、ほとんど損失なく2つのマルチモード光ファイバに切り替えることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図(A)は従来の光スイッチの斜視図、第1図(B)は従来の光スイッチの平面図、第2図(A)は本発明による光スイッチの斜視図、第2図(B)は本発明による光スイッチの平面図である。

- 1₁, 1₂, 1₃, 1₄...マルチモード光ファイバ,
- 2₁, 2₂, 2₃, 2₄...ロッドレンズ,
- 3₁, 3₂...プリズム, 4...液晶,
- 5...透明電極, 6...電圧源,
- 7₁, 7₂, 7₃, 7₄...異方性結晶,
- 8₁, 8₂, 8₃, 8₄... $1/2$ 波長板,
- 9₁, 9₂, 9₃, 9₄...ガラス板.

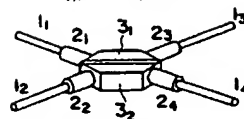
特許出願人

日本電信電話公社

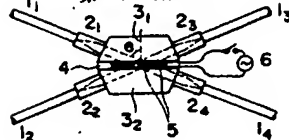
特許出願代理人

弁理士 山本 恵一

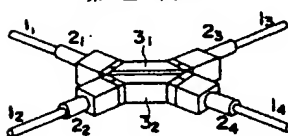
第 1 図 (A)



第 1 図 (B)



第 2 図 (A)



第 2 図 (B)

